

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-033320

(43)Date of publication of application : 02.02.2000

(51)Int.Cl.

B05C 11/08
G03F 7/16
H01L 21/027

(21)Application number : 10-219800

(71)Applicant : TOKYO ELECTRON LTD

(22)Date of filing : 16.07.1998

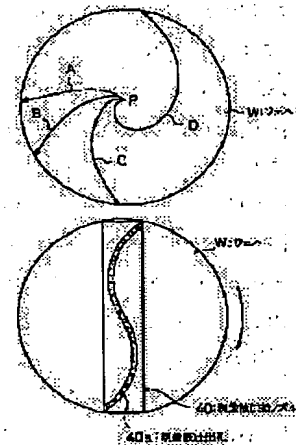
(72)Inventor : FUKUDA YUJI

(54) COATING APPLICATOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To eliminate the wasteful consumption of a processing liquid while preventing the generation of a dry patch and to execute uniform coating application by providing a nozzle for applying the processing liquid on a rotating substrate with a plurality of discharge holes along the streamlines on which the processing liquid flows on the substrate when the processing liquid is dropped onto the substrate.

SOLUTION: The base surface (the surface facing the wafer W) of the developer supplying nozzle 40 is provided with the plurality of developer discharge holes 40a. The nozzle is provided with these developer discharge holes 40a along the streamlines on which the developer flows on the wafer W when the developer is dropped onto the approximate center on the wafer W rotating at a speed at the time of coating application. Such streamlines vary like the streamlines A to D according to the viscosity of the developer and the rotating condition of the wafer W, from which the streamlines meeting the conditions are selected. The special water flow to eliminate the dry patch may be generated for the dry patch by providing the nozzle with these developer discharge holes 40a. As a result, the wasteful consumption of the developer is eliminated and the uniform coating application is made possible.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The coater which carries out [providing the nozzle which has two or more discharge openings prepared along the elementary-stream top with which this processing liquid flows a substrate top when processing liquid is dropped on the substrate which is a nozzle for applying processing liquid on the substrate which rotates with a rotation means rotate holding a substrate, and said rotation means, and rotates, and a supply means supply processing liquid on a substrate through each discharge opening of said nozzle, and] as the description.

[Claim 2] It is the coater characterized by being the nozzle which has two or more discharge openings prepared along the elementary-stream top with which this processing liquid flows a substrate top when it is a coater according to claim 1 and said nozzle trickles processing liquid focusing on the abbreviation on the substrate which rotates the rate at the time of spreading.

[Claim 3] The coater with which it is a coater according to claim 2, and the regurgitation include angle of each of said discharge opening is characterized by trying to differ according to the distance of the diameter direction from the core of said substrate.

[Claim 4] The coater with which it is a coater according to claim 2, and aperture of each of said discharge opening is characterized by trying to differ according to the distance of the diameter direction from the core of said substrate.

[Claim 5] The coater with which it is a coater according to claim 2, and distance between said each discharge opening is characterized by trying to differ according to the distance of the diameter direction from the core of said substrate.

[Claim 6] The coater with which the regurgitation rate of the processing liquid which is a coater according to claim 2 and is breathed out from said each discharge opening is characterized by trying to differ according to the distance of the diameter direction from the core of said substrate.

[Claim 7] The coater with which it is a coater according to claim 6, and said supply means is characterized by having the pump for processing liquid supply separately connected to said each discharge opening, respectively.

[Claim 8] The coater which is a coater according to claim 7 and is characterized by being set up so that about 1 round of the substrate which said each pump rotates by one stroke may be covered and processing liquid may be supplied.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the coater for applying a developer for example, to a semi-conductor wafer.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the manufacture process of a semiconductor device, the photolithography process for forming a resist pattern in substrate front faces, such as a semi-conductor wafer (a "wafer" being called hereafter.), is performed.

[0003] At this photolithography process, down stream processing which supplies processing liquid, for example, resist liquid, and a developer to the rotating wafer is performed, for example like resist spreading down stream processing or a development process. It is necessary to apply processing liquid to homogeneity to a wafer in this process. It is important not to generate the so-called dry patch (part to which processing liquid is not supplied) with which processing liquid is not applied on a wafer for that purpose.

[0004] From the former, in order to prevent generating of such a dry patch, the amount of supply of the processing liquid to a wafer top is controlled. That is, the amount of supply of processing liquid is increased until a dry patch stops generating, and the place where the dry patch stopped generating is made into the optimum point.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, the technical problem that there are quite many amounts in which processing liquid falls from a wafer front face, and processing liquid becomes useless with the technique of preventing generating of a dry patch, in many cases, moreover originate in the oversupply of processing liquid, and processing liquid is not applied to homogeneity by the amount of supply of the above processing liquid on a wafer occurs.

[0006] It aims at offering the coater which was made in order that this invention might solve the above technical problems, can optimize the amount of supply of the processing liquid to a substrate, can lose the futility of processing liquid, preventing generating of a dry patch, and can apply processing liquid to homogeneity.

[0007]

[Means for Solving the Problem] A rotation means to rotate the coater of this invention concerning claim 1 publication holding a substrate, The nozzle which has two or more discharge openings prepared along the elementary-stream top with which this processing liquid flows a substrate top when processing liquid is dropped on the substrate which is a nozzle for applying processing liquid on the substrate which rotates with said rotation means, and rotates, A supply means to supply processing liquid on a substrate through each discharge opening of said nozzle is provided. In this case, it is this better ** that it is the nozzle which has two or more discharge openings prepared along the elementary-stream top with which this processing liquid flows a substrate top when processing liquid is dropped focusing on the abbreviation on the substrate which rotates said nozzle the rate at the time of spreading as indicated to claim 2.

[0008] this invention — for example, the angular rate of rotation of the processing liquid on the wafer which is a substrate is small, and more fixed than the angular rate of rotation of a wafer — it is considered that the "skid flow" on condition of things is the elementary stream of the processing liquid on a wafer. Therefore, as for the elementary stream of the processing liquid on a wafer, the following formula 1 is realized.

[0009]

[Equation 1]

$$r(t) = r_0 / 2 (e^{wt} + e^{-wt})$$

[0010] Here, when $r(t)$:processing liquid carries out an elementary stream in the direction of a periphery on a wafer, it is the starting point (slant range from a wafer core) of the slant range r_0 :processing liquid from the starting point to an end point.

ω : Angular velocity (rpm*2pi rad/s)

t: Time amount [0011] Here, if it asks for the elementary stream of the processing liquid dropped at the location P with a wafer center position of 5mm based on the above-mentioned formula of the elementary stream of processing liquid, it will become like drawing 5. In drawing 5, how to slide on the processing liquid on a wafer is changed, and four elementary-streams A-D (the rotational frequency of a wafer, viscosity of processing liquid, etc.) is calculated.

[0012] In this invention, the discharge opening is prepared in the nozzle along the elementary-stream top of such processing liquid. And the amount of supply of the processing liquid to a substrate can be optimized by preparing a discharge opening on the elementary stream of such processing liquid. Therefore, by this, the futility of processing liquid can be lost, preventing generating of a dry patch, and processing liquid can be applied to homogeneity.

[0013] By the way, the following theoretical formula which gives the dry patch marginal condition in an parallel plate is announced from Hartly-Murgatroyd and Bankoff (Hartley, D.E.&Murgatroyd, W.:Criteria for the break-up of thin liquid layersflowing isothermally over solid surfaces, Int.J.Hert Mass Transfer, 7 (1964), and 1003-1015). According to this theory, in order not to generate a dry patch, it is necessary to supply the processing liquid more than marginal liquid membrane thickness on a substrate.

[0014]

[Equation 2]

(限界液膜厚)

$$= 1.72 [\sigma (1 - \cos \theta) / P]^{1/6} [\mu / P (r \omega^2)]^{2/5}$$

[0015] Here, it is σ :liquid surface tension (it changes with each conditions of processing liquid.).

θ : Contact angle (the dirt of a wafer involves.)

ρ : Fluid-tight degree (it changes with each conditions of processing liquid.)

μ : Liquid viscosity (it changes with each conditions of processing liquid.)

r: Radius (distance from the center of rotation of a substrate)

ω : Angular velocity (angular velocity at the time of a substrate rotating)

[0016] The coater of this invention concerning claim 4 is in a coater according to claim 2, and the regurgitation include angle of each of said discharge opening is made to differ according to the distance of the diameter direction from the core of said substrate. In this invention, it changes in each so that marginal liquid-membrane thickness [in / for the substantial amount of supply of the processing liquid in each location of the diameter direction / each location] may be slightly exceeded from the core of a substrate paying attention to marginal liquid-membrane thickness being dependent on the radius r in the above-mentioned formula by making the regurgitation include angle of a discharge opening differ according to the distance of the diameter direction from the core of a substrate, and the amount of supply of the processing liquid to a substrate is optimized.

[0017] The coater of this invention concerning claim 5 is in a coater according to claim 2, and the aperture of each of said discharge opening is made to differ according to the distance of the diameter direction from the core of said substrate. In this invention, it changes in each so that marginal liquid membrane thickness [in / for the substantial amount of supply of the processing liquid in each location of the diameter direction / each location] may be slightly exceeded from the core of a substrate by making the aperture of each discharge opening differ according to the distance of the diameter direction from the core of a substrate, and the amount of supply of the processing liquid to a substrate is optimized.

[0018] The coater of this invention concerning claim 4 publication is in a coater according to claim 1, and the distance between said each discharge opening is made to differ according to the distance of the

diameter direction from the core of said substrate. In this invention, it changes in each so that marginal liquid membrane thickness [in / for the substantial amount of supply of the processing liquid in each location of the diameter direction / each location] may be slightly exceeded from the core of a substrate by making the distance between each discharge opening differ according to the distance of the diameter direction from the core of a substrate, and the amount of supply of the processing liquid to a substrate is optimized.

[0019] The coater of this invention concerning claim 5 publication is in a coater according to claim 1, and the regurgitation rate of the processing liquid breathed out from said each discharge opening is made to differ according to the distance of the diameter direction from the core of said substrate. In this invention, it changes in each so that marginal liquid membrane thickness [in / for the substantial amount of supply of the processing liquid in each location of the diameter direction / each location] may be slightly exceeded from the core of a substrate by making the regurgitation rate of the processing liquid breathed out from each discharge opening differ according to the distance of the diameter direction from the core of a substrate, and the amount of supply of the processing liquid to a substrate is optimized. Moreover, in this invention, by making a regurgitation rate adjustable, the pressure in each location can be fixed and homogeneity spreading of processing liquid can be performed more effectively.

[0020] The coater of this invention concerning claim 6 publication is in a coater according to claim 5, and is equipped with the pump for processing liquid supply by which said supply means was separately connected to said each discharge opening, respectively. Thereby, control of the regurgitation rate in each location can be realized easily.

[0021] The coater of this invention concerning claim 7 publication is a coater according to claim 6, and it is set up so that about 1 round of the substrate which rotates said each pump by one stroke may be covered and processing liquid may be supplied. Thereby, control of the regurgitation rate in each location can be simplified more.

[0022]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of desirable operation of this invention is explained based on a drawing. Drawing 1 is the perspective view of the spreading processing equipment concerning 1 operation gestalt of this invention. As shown in drawing 1, the cassette station 2 is arranged at the end of spreading processing equipment 1, and two or more cassettes 3 which hold Wafer W can lay in this cassette station 2 freely. And the Maine conveyance arm 4 which performs conveyance and positioning of Wafer W, and the conveyance device 5 for conveying this Maine conveyance arm 4 HEWEHA W are arranged at the transverse-plane side of the cassette 3 laid on the cassette station 2. Furthermore, various kinds of processors which perform predetermined processing to Wafer W are arranged at the both sides of the conveyance way 6 of the Maine conveyance arm 4.

[0023] that is As opposed to the brush scrubber 7 for washing the wafer W picked out from the cassette 3, and Wafer W The water washing equipment 8 for carrying out high-pressure jet washing, and the front face of Wafer W The adhesion device 9 and Wafer W which carry out hydrophobing processing The cooling processor 10 cooled to predetermined temperature, the resist coaters 11 and 11 which apply resist liquid to the front face of the rotating wafer W, the heat treatment equipment 12 which heats Wafer W to predetermined temperature, the aligner which exposes a predetermined pattern on the resist film on Wafer W (not shown), The processing equipment 20 and 20 which furthermore performs a development to Wafer W is arranged.

[0024] Drawing 2 is the front view of processing equipment 20, and drawing 3 is the top view. As shown in drawing 2, the spin chuck 22 constituted possible [vertical movement by operation of a cylinder (not shown)] by the drive motor 21 that it can rotate horizontally is arranged in the core of processing equipment 20. It consists of top faces of this spin chuck 22 so that adsorption maintenance of the wafer W may be carried out by vacuum adsorption etc. in the level condition.

[0025] Moreover, the cup 25 is arranged, although it was annularly formed in it as the upper part and the

periphery section of a spin chuck 22 were surrounded in processing equipment 20. This cup 25 is formed in order to prevent scattering of rinses, such as a developer and a penetrant remover, for example, it is formed from resin or a metal. The inclination is prepared inside so that it may become so narrow that the upper part section of a cup 25 goes upwards, and opening 26 is formed in the upper limit of a cup 25. Moreover, the processing room 27 which processes Wafer W is formed in the interior of a cup 25. And even if the diameter of the above-mentioned opening 26 drops the leveled wafer W as it is, it is set as the magnitude of extent which can be contained in the processing room 27.

[0026] The inclination is established in the base 28 of a cup 25, and the bottom of a base 28 is equipped with the effluent piping 29. And on both sides of the spin chuck 22, the exhaust pipe arrangement 30 for exhausting the inside of the processing room 27 of a cup 25 is formed in the opposite side of the effluent piping 29. The annular wall 31 of a diameter smaller than Wafer W is set up by this base 28, and the straightening vane 32 close to the rear face of Wafer W is formed in the upper limit of the annular wall 31. The periphery of a straightening vane 32 is constituted so that it may incline caudad toward an outside.

[0027] Furthermore, the side of a cup 25 is equipped with the penetrant remover source of supply 35, and the opposite side of the penetrant remover source of supply 35 is equipped with the developer source of supply 36 on both sides of the spin chuck 22.

[0028] As shown in drawing 3, the penetrant remover supply nozzle 37 which makes penetrant removers, such as pure water, breathe out is connected to Wafer W through the proper supply pipe (not shown) at the penetrant remover source of supply 35. Moreover, the developer supply nozzle 40 which makes Wafer W breathe out a developer is connected to the developer source of supply 36 through the supply pipe 38.

[0029] The grasping arm 41 which grasps the penetrant remover supply nozzle 37 and the developer supply nozzle 40 ahead of a cup 25 is formed, and the grasping arm 41 is constituted so that it can move free in the conveyance rail 42 top. Therefore, the penetrant remover supply nozzle 37 and the developer supply nozzle 40 are movable to a spin chuck 22 free to the wafer W by which adsorption maintenance was carried out along the direction shown by the both-way arrow head of this drawing through the grasping arm 41.

[0030] Furthermore, this processing equipment 20 is equipped with the wash water injection nozzles 43 and 43 for spouting wash water to the rear face of Wafer W at the wafer W bottom by which adsorption maintenance was carried out to a spin chuck 22. It is constituted by the wash water injection nozzles 43 and 43 so that the wash water from the source 45 of wash water can be supplied through the wash water supply pipes 44 and 44. Moreover, each connects with the control section 46, and the drive motor 21 mentioned above, the penetrant remover source of supply 35, the developer source of supply 36, and the source 45 of wash water are constituted so that predetermined actuation may be performed by the control section 46.

[0031] Drawing 4 is the bottom view of the developer supply nozzle 40. As shown in drawing 4, two or more developer discharge opening 40a is prepared in the base (a wafer and field which counters) of the developer supply nozzle 40. These developer discharge opening 40a is prepared along the elementary-stream top with which this developer flows a wafer top, when a developer is dropped focusing on the abbreviation on the wafer which rotates the rate at the time of spreading. Although such an elementary stream becomes what changed like elementary-stream A-D with rotation situations of the viscosity of a developer, or Wafer W as shown in drawing 5 for example, it chooses the thing corresponding to conditions from such elementary streams.

[0032] As shown in drawing 6, here The field corresponding to [in the field corresponding to near the wafer core of the developer supply nozzle 40] the 2nd field R2 and near the wafer periphery of the developer supply nozzle 40 for the field corresponding to near a midpoint of the 1st field R1, the wafer core of the developer supply nozzle 40, and a periphery is mostly made into the 3rd field R3. If it considers as the center line S of the developer supply nozzle 40, and two or more developer discharge

opening 40a which can be set to each field prepares, it considers as the **** directions D1, D2, and D3 and the plus hand of cut of the hand of cut (the direction of the clockwise rotation in drawing) of Wafer W is carried out S, each D1, and the include angles theta1, theta2, and theta3 of D2 and D3 to make become $\theta_1 = -90 \text{ degree} - 45 \text{ degree}$ $\theta_2 = -60 \text{ degree} + 10 \text{ degree}$ $\theta_3 = -30 \text{ degree} + 60 \text{ degree}$. It becomes $\theta_1 = -60 \text{ degree}$ $\theta_2 = -10 \text{ degree}$ $\theta_3 = +30 \text{ degree}$ more preferably.

[0033] Thus, according to the gestalt of this operation, it becomes possible to generate the special stream which cancels this effectively to a dry patch by preparing developer discharge opening 40a along the elementary-stream top of a developer. Thereby, since the amount of supply of the developer to Wafer W can be optimized, the futility of a developer can be lost, preventing generating of a dry patch, and a developer can be applied to homogeneity.

[0034] Next, the 2nd operation gestalt of this invention is explained. Drawing 7 is the bottom view of the developer supply nozzle concerning this 2nd operation gestalt. Regurgitation include-angle theta[of each developer discharge opening 40a of the developer supply nozzle 40] a is made to differ with the gestalt of this operation, according to the distance of the diameter direction from the core of Wafer W, as shown in drawing 7.

[0035] The field corresponding to [in the field corresponding to near the wafer core of the developer supply nozzle 40] the 2nd field R2 and near the wafer periphery of the developer supply nozzle 40 for the field corresponding to near a midpoint of the 1st field R1, the wafer core of the developer supply nozzle 40, and a periphery is mostly made into the 3rd field R3 here. If it considers as the center line S of the developer supply nozzle 40 and the plus hand of cut of the hand of cut (the direction of the clockwise rotation in drawing) of Wafer W is carried out, the regurgitation include angle thetaa1 in each field, thetaa2, and thetaa3 will become $\theta_{a1} = 60 \text{ degree} - 90 \text{ degree}$ $\theta_{a2} = 80 \text{ degree} - 150 \text{ degree}$ $\theta_{a3} = 130 \text{ degree} - 200 \text{ degree}$. It becomes $\theta_{a1} = 75 \text{ degree}$ $\theta_{a2} = 110 \text{ degree}$ $\theta_{a3} = 170 \text{ degree}$ more preferably.

[0036] Thus, according to the gestalt of this operation, by changing regurgitation include-angle theta[of each developer discharge opening 40a] a accommodative, it is changeable in each so that marginal liquid membrane thickness [in / for the substantial amount of supply of the developer in each location of the diameter direction / each location] may be slightly exceeded from the core of Wafer W. The futility of a developer can be lost by this, preventing generating of a dry patch, and a developer can be applied now to homogeneity.

[0037] Next, the 3rd operation gestalt of this invention is explained. Drawing 8 is the bottom view of the developer supply nozzle concerning this 3rd operation gestalt. The aperture d of each developer discharge opening 40a of the developer supply nozzle 40 is made to differ with the gestalt of this operation, according to the distance of the diameter direction from the core of Wafer W, as shown in drawing 8.

[0038] Mostly, if the field corresponding to [in the field corresponding to near the wafer core of the developer supply nozzle 40] the 2nd field R2 and near the wafer periphery of the developer supply nozzle 40 for the field corresponding to near a midpoint of the 1st field R1, the wafer core of the developer supply nozzle 40, and a periphery is made into the 3rd field R3, here It will be set to $d_1 = 1/3 \times d_3 - 1/4 \times d_3$ $d_2 = 1/2 \times d_3 - 2/3 \times d_3$ if aperture [in / since development area is large / compared with a core / each field] d1, d2, and d3 is based on d3 for a wafer W periphery. More preferably, if d3 is set to 1, it will be set to $d_1 = 0.3$ $d_2 = 0.6$.

[0039] Thus, according to the gestalt of this operation, by making the aperture d of each developer discharge opening 40a differ according to the distance of the diameter direction from the core of Wafer W, it is changeable in each so that marginal liquid membrane thickness [in / for the substantial amount of supply of the developer in each location of the diameter direction / each location] may be slightly exceeded from the core of Wafer W. The futility of a developer can be lost by this, preventing generating of a dry patch, and a developer can be applied now to homogeneity.

[0040] Next, the 4th operation gestalt of this invention is explained. Drawing 9 is the bottom view of the

developer supply nozzle concerning this 4th operation gestalt. The distance I between each developer discharge opening 40a of the developer supply nozzle 40 is made to differ with the gestalt of this operation, according to the distance of the diameter direction from the core of Wafer W, as shown in drawing 9.

[0041] Mostly, if the field corresponding to I in the field corresponding to near the wafer core of the developer supply nozzle 40] the 2nd field R2 and near the wafer periphery of the developer supply nozzle 40 for the field corresponding to near a midpoint of the 1st field R1, the wafer core of the developer supply nozzle 40, and a periphery is made into the 3rd field R3, here The distance $I1$, $I2$, and $I3$ between each developer discharge opening 40a in each field will be set to $I1=1/3 \times I3 - 1/4 \times I3$, $I2=1/2 \times I3 - 2/3 \times I3$ if a wafer W periphery is based on $I3$, since development area is large compared with a core. More preferably, if $I3$ is set to 1, it will be set to $I1=0.3$, $I2=0.6$.

[0042] Thus, according to the gestalt of this operation, by making the distance I between each developer discharge opening 40a differ according to the distance of the diameter direction from the core of Wafer W, it is changeable in each so that marginal liquid membrane thickness $[in / for the substantial amount of supply of the developer in each location of the diameter direction / each location]$ may be slightly exceeded from the core of Wafer W. The futility of a developer can be lost by this, preventing generating of a dry patch, and a developer can be applied now to homogeneity.

[0043] Next, the 5th operation gestalt of this invention is explained. The regurgitation rate (discharge pressure of the developer to Wafer W) and discharge quantity of a developer are controlled by this 5th operation gestalt. In addition, in the following explanation, duplication explanation is omitted by ***** which attaches the same sign about the component which has old explanation, the function of abbreviation identitas, and a configuration.

[0044] In the processing equipment 50 concerning this operation gestalt, as shown in drawing 10, n developer discharge openings $N1-Nn$ which carry out the regurgitation of the developer to Wafer W are formed in the developer supply nozzle 55. The developer supply nozzle 55 has the same developer discharge openings $N1-Nn$ as what was shown in drawing 4. Each developer discharge openings $N1-Nn$ are connected with the developer source of supply 36 through the supply pipe 56, and the tip of a supply pipe 56 has the tee 57 which branched to n pieces. And this tee 57 is equipped with a total of n pumps $P1-Pn$ so that it may correspond to each developer discharge openings $N1-Nn$.

[0045] Furthermore, the near side of a tee 57 is equipped with the temperature sensor 60 for detecting the temperature of the developer which flows the inside of a supply pipe 56. Furthermore on the supply pipe 56 by the side of the developer source of supply 36, it has the thermostat module 61 which adjusts the temperature of this developer. And each a total of n pumps $P1-Pn$, the temperature sensor 60, and the thermostat module 61 are controlled by the control unit 46 by each.

[0046] For example, while temperature is detected by the temperature sensor 60, when the detection temperature of a developer shifts from predetermined temperature, as for the developer breathed out from each developer discharge openings $N1-Nn$, this information is transmitted to a control section 46. And a control section 46 controls the thermostat module 61, and manages the temperature of the developer in a supply pipe 56 to predetermined temperature.

[0047] Moreover, since operation of each pumps $P1-Pn$ is also controlled by the control section 46, it becomes possible from each developer discharge openings $N1-Nn$ to adjust the regurgitation rate of the developer breathed out on Wafer W. Therefore, the developer it is not only changeable in each, but adjusted to the suitable discharge pressure to each part on Wafer W so that marginal liquid membrane thickness $[in / for the substantial amount of supply of the developer in each location of the diameter direction / each location]$ might be slightly exceeded from the core of Wafer W can be supplied.

Therefore, since setting uniformly the discharge pressure of the developer supplied to Wafer W in order to prevent generating of a dry patch as a high discharge pressure is lost, the wafer W front face where the detailed pattern was exposed is not damaged with the breathed-out developer.

[0048] In addition, if it sets up so that about 1 round of the wafer W which rotates each above-

mentioned pumps P1-Pn by one stroke may be covered and a developer may be supplied, control of the regurgitation rate in each location can be simplified more.

[0049] Moreover, although it was the thing of Wafer W which is mostly equivalent to a diameter about the substantial die length of a developer supply nozzle with the above-mentioned operation gestalt, it is good also considering the substantial die length of a developer supply nozzle as a thing of Wafer W which is mostly equivalent to a radius. In this case, it becomes possible to continue all over Wafer W and to supply a developer by rotating Wafer W one time.

[0050] Furthermore, although the above-mentioned operation gestalt gave and explained the example which used Wafer W to the substrate, this invention is not limited to the starting example, but can be applied also about the example which uses a LCD substrate. Moreover, this invention is applicable even if it is other processing liquid, such as not only a developer but resist liquid.

[0051]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention according to claim 1, the nozzle for applying processing liquid on a substrate Since it constituted so that it might have two or more discharge openings prepared along the elementary-stream top with which this processing liquid flows a substrate top when processing liquid was dropped focusing on the abbreviation on the substrate which rotates the rate at the time of spreading The amount of supply of the processing liquid to a substrate can be optimized, the futility of processing liquid can be lost, preventing generating of a dry patch, and processing liquid can be applied to homogeneity.

[0052] Since according to invention according to claim 2 the regurgitation include angle of each discharge opening was constituted so that it might differ according to the distance of the diameter direction from the core of a substrate, it can change in each so that marginal liquid membrane thickness [in / for the substantial amount of supply of the processing liquid in each location of the diameter direction / each location] may be slightly exceeded from the core of a substrate, and the amount of supply of the processing liquid to a substrate can be optimized.

[0053] Since according to invention according to claim 3 the aperture of each discharge opening was constituted so that it might differ according to the distance of the diameter direction from the core of a substrate, it can change in each so that marginal liquid membrane thickness [in / for the substantial amount of supply of the processing liquid in each location of the diameter direction / each location] may be slightly exceeded from the core of a substrate, and the amount of supply of the processing liquid to a substrate can be optimized.

[0054] Since according to invention according to claim 4 the distance between each discharge opening was constituted so that it might differ according to the distance of the diameter direction from the core of a substrate, it can change in each so that marginal liquid membrane thickness [in / for the substantial amount of supply of the processing liquid in each location of the diameter direction / each location] may be slightly exceeded from the core of a substrate, and the amount of supply of the processing liquid to a substrate can be optimized.

[0055] Since according to invention according to claim 5 the regurgitation rate of the processing liquid breathed out from each discharge opening was constituted so that it might differ according to the distance of the diameter direction from the core of a substrate While it comes and comes out to be able to change in each so that marginal liquid membrane thickness [in / for the substantial amount of supply of the processing liquid in each location of the diameter direction / each location] may be slightly exceeded from the core of a substrate, and to optimize the amount of supply of the processing liquid to a substrate By making a regurgitation rate adjustable, the pressure in each location can be fixed and homogeneity spreading of processing liquid can be performed more effectively.

[0056] Since according to invention according to claim 6 it constituted so that it might have the pump for processing liquid supply by which the supply means was separately connected to each discharge opening, respectively, control of the regurgitation rate in each location can be realized easily.

[0057] Since according to invention according to claim 7 it set up so that processing liquid might be

supplied over about 1 round of the substrate which rotates each pump by one stroke, the regurgitation rate in each location can be controlled more easily.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the perspective view of the spreading processing equipment concerning 1 operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] It is the front view of the processing equipment in the spreading processing equipment shown in drawing 1 .

[Drawing 3] It is the top view of the processing equipment shown in drawing 2 .

[Drawing 4] It is the bottom view of the developer supply nozzle in the processing equipment shown in drawing 2 - drawing 3 .

[Drawing 5] It is drawing showing the example of the elementary stream of the processing liquid concerning this invention.

[Drawing 6] It is the bottom view showing the developer discharge opening in the developer supply nozzle shown in drawing 4 in a detail.

[Drawing 7] It is the bottom view showing the developer discharge opening in the developer supply nozzle concerning the 2nd operation gestalt in a detail.

[Drawing 8] It is the bottom view showing the developer discharge opening in the developer supply nozzle concerning the 3rd operation gestalt in a detail.

[Drawing 9] It is the bottom view showing the developer discharge opening in the developer supply nozzle concerning the 4th operation gestalt in a detail.

[Drawing 10] It is the front view of the processing equipment in the spreading processing equipment concerning the 5th operation gestalt.

[Description of Notations]

1 Spreading Processing Equipment

20 Processing Equipment

21 Drive Motor

22 Spin Chuck

36 Developer Source of Supply

40 Developer Supply Nozzle

40a Developer discharge opening

W Wafer

P1-Pn Pump

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-33320

(P2000-33320A)

(43) 公開日 平成12年2月2日(2000.2.2)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード(参考)
B 0 5 C 11/08		B 0 5 C 11/08	2 H 0 2 5
G 0 3 F 7/16	5 0 2	G 0 3 F 7/16	4 F 0 4 2
H 0 1 L 21/027		H 0 1 L 21/30	5 6 4 C 5 F 0 4 6

審査請求 未請求 請求項の数 8 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平10-219800

(22) 出願日 平成10年7月16日(1998.7.16)

(71) 出願人 000219967

東京エレクトロン株式会社

東京都港区赤坂5丁目3番6号

(72) 発明者 福田 雄二

熊本県菊池郡菊陽町津久礼2655番地 東京

エレクトロン九州株式会社熊本事業所内

(74) 代理人 100096389

弁理士 金本 哲男 (外2名)

Fターム(参考) 2H025 AA00 AB16 EA05

4F042 AA07 EB18 EB19

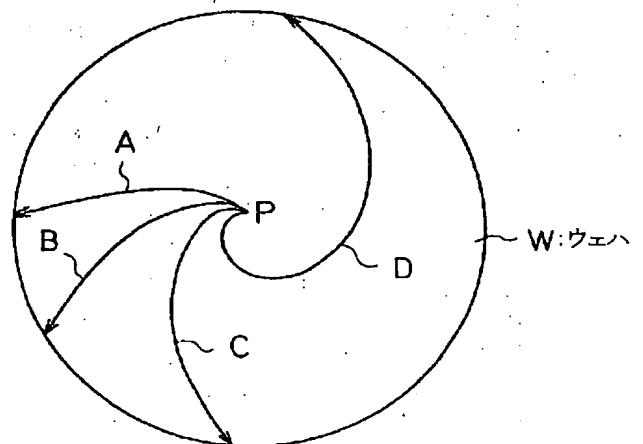
5F046 JA02 JA04

(54) 【発明の名称】 塗布装置

(57) 【要約】

【課題】 基板に対する処理液の供給量を最適化し、ドライパッチの発生を防止しつつ処理液の無駄をなくし、かつ処理液を均一に塗布すること。

【解決手段】 現像液供給ノズル40の底面(ウェハと対向する面)には、複数の現像液吐出孔40aが設けられている。これら現像液吐出孔40aは、塗布時の速度で回転するウェハ上の略中心に現像液を滴下した際に該現像液がウェハ上を流れる流線上に沿って設けられている。



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板を保持しつつ回転する回転手段と、前記回転手段により回転される基板上に処理液を塗布するためのノズルであって、回転する基板上に処理液を滴下した際に該処理液が基板上を流れる流線上に沿って設けられた複数の吐出孔を有するノズルと、前記ノズルの各吐出孔を介して基板上に処理液を供給する供給手段とを具備することを特徴とする塗布装置。

【請求項2】 請求項1に記載の塗布装置であって、前記ノズルは塗布時の速度で回転する基板上の略中心に処理液を滴下した際に該処理液が基板上を流れる流線上に沿って設けられた複数の吐出孔を有するノズルであることを特徴とする、塗布装置。

【請求項3】 請求項2に記載の塗布装置であって、前記各吐出孔の吐出角度が、前記基板の中心からの直径方向の距離に応じて異なるようにされていることを特徴とする、塗布装置。

【請求項4】 請求項2に記載の塗布装置であって、前記各吐出孔の口径が、前記基板の中心からの直径方向の距離に応じて異なるようにされていることを特徴とする、塗布装置。

【請求項5】 請求項2に記載の塗布装置であって、前記各吐出孔間の距離が、前記基板の中心からの直径方向の距離に応じて異なるようにされていることを特徴とする、塗布装置。

【請求項6】 請求項2に記載の塗布装置であって、前記各吐出孔から吐出される処理液の吐出速度が、前記基板の中心からの直径方向の距離に応じて異なるようにされていることを特徴とする、塗布装置。

【請求項7】 請求項6に記載の塗布装置であって、前記供給手段が、前記各吐出孔にそれぞれ別個に接続された処理液供給用のポンプを備えることを特徴とする、塗布装置。

【請求項8】 請求項7に記載の塗布装置であって、前記各ポンプが、1ストロークで回転する基板のほぼ1周分に互って処理液を供給するように設定されていることを特徴とする、塗布装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えば半導体ウェハに現像液を塗布するための塗布装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 半導体デバイスの製造プロセスにおいては、半導体ウェハ（以下、「ウェハ」と称する。）等の基板表面にレジストパターンを形成するためのフォトリソグラフィ工程が行われている。

【0003】 このフォトリソグラフィ工程では、例えばレジスト塗布処理工程や現像処理工程等のように、回転するウェハに対して処理液、例えばレジスト液や現像液を供給する処理工程が行われている。かかる工程におい

ては処理液をウェハに対して均一に塗布する必要がある。そのためにはウェハ上に処理液が塗布されない、いわゆるドライパッチ（処理液が供給されない部分）を発生させないことが重要である。

【0004】 従来から、このようなドライパッチの発生を防止するために、ウェハ上への処理液の供給量をコントロールしている。すなわち、ドライパッチが発生しなくなるまで処理液の供給量を増やしていき、ドライパッチが発生しなくなったところを最適点としている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記のような処理液の供給量によってドライパッチの発生を防止する技術では、処理液がウェハ表面から零れ落ちる量がかかり多く、処理液が無駄になることが多く、しかも処理液の供給過多に起因して処理液がウェハ上に均一に塗布されない、という課題がある。

【0006】 本発明は上記のような課題を解決するためになされたもので、基板に対する処理液の供給量を最適化し、ドライパッチの発生を防止しつつ処理液の無駄をなくし、かつ処理液を均一に塗布することができる塗布装置を提供することを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】 請求項1記載に係る本発明の塗布装置は、基板を保持しつつ回転する回転手段と、前記回転手段により回転される基板上に処理液を塗布するためのノズルであって、回転する基板上に処理液を滴下した際に該処理液が基板上を流れる流線上に沿って設けられた複数の吐出孔を有するノズルと、前記ノズルの各吐出孔を介して基板上に処理液を供給する供給手段とを具備するものである。この場合、請求項2に記載したように、前記ノズルは塗布時の速度で回転する基板上の略中心に処理液を滴下した際に該処理液が基板上を流れる流線上に沿って設けられた複数の吐出孔を有するノズルであることがこのましい。

【0008】 本発明では、「例えば基板であるウェハ上の処理液の回転角速度はウェハの回転角速度よりも小さく、一定である。」ことを前提とした「すべり流れ」をウェハ上の処理液の流線とみなしている。従って、ウェハ上の処理液の流線は、次の数式1が成り立つ。

【0009】

【数1】

$$r(t) = r_0 / 2 (e^{\omega t} + e^{-\omega t})$$

【0010】 ここで、 $r(t)$ ：処理液がウェハ上で外周方向に流線したとき、スタートポイントからエンドポイントまでの直線距離

r_0 ：処理液のスタートポイント（ウェハ中心からの直線距離）

ω ：角速度（rpm * 2π rad/s）

t ：時間

【0011】 ここで、処理液の流線の上記式に基づき、

(3)

3

ウェハ中心位置5mmの位置Pに滴下された処理液の流線を求めると、図5のようになる。図5ではウェハ上での処理液の滑り方を違えて（ウェハの回転数や処理液の粘度など）4本の流線A～Dを求めている。

【0012】本発明では、ノズルにこのような処理液の流線上に沿って吐出孔が設けられている。そして、このような処理液の流線上に吐出孔を設けることで、基板に対する処理液の供給量を最適化することができる。したがってこれによって、ドライパッチの発生を防止しつつ処理液の無駄をなくし、かつ処理液を均一に塗布することができる。

【0013】ところで、平行平板におけるドライパッチ限界条件を与える下記の理論式がHartley-Mur *
(限界液膜厚)

$$= 1.72 [\sigma (1 - \cos \theta) / P]^{1/5} [\mu / P (r \omega^2)]^{2/5}$$

【0015】ここで、 σ ：液表面張力（処理液の個々の状態により変化する。）

θ ：接触角（ウェハの汚れが関与する。）

ρ ：液密度（処理液の個々の状態により変化する。）

μ ：液粘度（処理液の個々の状態により変化する。）

r ：半径（基板の回転中心からの距離）

ω ：角速度（基板が回転される際の角速度）

【0016】請求項4に係る本発明の塗布装置は、請求項2に記載の塗布装置にあって、前記各吐出孔の吐出角度を前記基板の中心からの直径方向の距離に応じて異なるようにしている。本発明では、限界液膜厚が上記の式における半径 r に依存することに着目し、吐出孔の吐出角度を基板の中心からの直径方向の距離に応じて異なるようにすることで、基板の中心から直径方向の各位置における処理液の実質的な供給量を各位置における限界液膜厚をわずかに超えるように個々的に変え、基板に対する処理液の供給量を最適化している。

【0017】請求項5に係る本発明の塗布装置は、請求項2に記載の塗布装置にあって、前記各吐出孔の口径を前記基板の中心からの直径方向の距離に応じて異なるようにしている。本発明では、各吐出孔の口径を基板の中心からの直径方向の距離に応じて異なるようにすることで、基板の中心から直径方向の各位置における処理液の実質的な供給量を各位置における限界液膜厚をわずかに超えるように個々的に変え、基板に対する処理液の供給量を最適化している。

【0018】請求項4に記載に係る本発明の塗布装置は、請求項1に記載の塗布装置にあって、前記各吐出孔間の距離を前記基板の中心からの直径方向の距離に応じて異なるようにしている。本発明では、各吐出孔間の距離を基板の中心からの直径方向の距離に応じて異なるようにすることで、基板の中心から直径方向の各位置における処理液の実質的な供給量を各位置における限界液膜厚をわずかに超えるように個々的に変え、基板に対する処理液の供給量を最適化している。

4

*gatroyd、Bankoffから発表されている
(Hartley、D. E. & Murgatroyd、
W. : Criteria for the break-up of thin liquid layers flowing isothermally over solid surfaces、Int. J. Heat Mass Transfer、7 (1964)、1003-1015より)。この理論によれば、ドライパッチを発生させないためには、限界液膜厚以上の処理液を基板上に供給する必要がある。

【0014】

【数2】

【0019】請求項5記載に係る本発明の塗布装置は、請求項1記載の塗布装置にあって、前記各吐出孔から吐出される処理液の吐出速度を前記基板の中心からの直径方向の距離に応じて異なるようにしている。本発明では、各吐出孔から吐出される処理液の吐出速度を基板の中心からの直径方向の距離に応じて異なるようにすることで、基板の中心から直径方向の各位置における処理液の実質的な供給量を各位置における限界液膜厚をわずかに超えるように個々的に変え、基板に対する処理液の供給量を最適化している。また、本発明では、吐出速度を可変とすることで、各位置における圧力を一定にでき、処理液の均一塗布をより効果的に行うことができる。

【0020】請求項6記載に係る本発明の塗布装置は、請求項5記載の塗布装置にあって、前記供給手段が前記各吐出孔にそれぞれ別個に接続された処理液供給用のポンプを備えるものである。これにより、各位置における吐出速度の制御が容易に実現できる。

【0021】請求項7記載に係る本発明の塗布装置は、請求項6記載の塗布装置であって、前記各ポンプを1ストロークで回転する基板のほぼ1周分に互って処理液を供給するように設定している。これにより、各位置における吐出速度の制御をより簡単化することができる。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好ましい実施の形態を図面に基づいて説明する。図1は本発明の一実施形態に係る塗布現像処理装置の斜視図である。図1に示すように、塗布現像処理装置1の一端にはカセットステーション2が配置されており、このカセットステーション2にはウェハWを収容する複数個のカセット3が載置自在である。そしてカセットステーション2上に載置されたカセット3の正面側には、ウェハWの搬送及び位置決めを行うメイン搬送アーム4と、このメイン搬送アーム4へウェハWを搬送するための搬送機構5が配置されている。さらに、メイン搬送アーム4の搬送路6の両側には、ウェハWに対して所定の処理を施す各種の処理装置

(4)

5

が配置されている。

【0023】即ち、カセット3から取り出されたウェハWを洗浄するためのブラシスクラバ7、ウェハWに対して高圧ジェット洗浄するための水洗洗浄装置8、ウェハWの表面を疎水化処理するアドヒージョン装置9、ウェハWを所定温度に冷却する冷却処理装置10、回転するウェハWの表面にレジスト液を塗布するレジスト塗布装置11、11、ウェハWを所定温度に加熱する加熱処理装置12、ウェハW上のレジスト膜に所定のパターンを露光する露光装置（図示せず）、さらにウェハWに対して現像処理を施す現像処理装置20、20が配置されている。

【0024】図2は現像処理装置20の正面図、図3はその平面図である。図2に示すように、現像処理装置20の中心部には、駆動モータ21によって水平に回転が可能で、かつシリンダ（図示せず）の稼働によって上下動可能に構成されたスピチャック22が配置されている。このスピチャック22の上面では、真空吸着等によってウェハWが水平状態で吸着保持されるように構成されている。

【0025】また現像処理装置20には、スピチャック22の上部及び外周部を包囲するようにして環状に形成されたカップ25が配置されている。このカップ25は現像液や洗浄液等のリンス液の飛散を防止するために設けられており、例えば樹脂または金属から形成されている。カップ25の上方部は上に行くほど狭くなるように内側に傾斜が設けられており、カップ25の上端には開口部26が形成されている。またカップ25の内部にはウェハWを処理する処理室27が形成されている。そして上記開口部26の直径は、水平にしたウェハWをそのまま下降させても処理室27内に収納できる程度の大きさに設定されている。

【0026】カップ25の底面28には傾斜が設けられており、底面28の最下部には排水配管29が備えられている。そして、スピチャック22を挟んで排水配管29の反対側には、カップ25の処理室27内を排気するための排気配管30が設けられている。この底面28にはウェハWよりも小さな直径の環状壁31が立設されており、環状壁31の上端にはウェハWの裏面に近接する整流板32が設けられている。整流板32の周辺部は外側に向かって下方に傾斜するように構成されている。

【0027】さらに、カップ25の側方には洗浄液供給源35が備えられており、スピチャック22を挟んで洗浄液供給源35の反対側には現像液供給源36が備えられている。

【0028】洗浄液供給源35には、図3に示すように、ウェハWに純水等の洗浄液を吐出させる洗浄液供給ノズル37が適宜の供給管（図示せず）を介して接続されている。また、現像液供給源36には供給管38を介して、ウェハWに現像液を吐出させる現像液供給ノズル

6

40が接続されている。

【0029】カップ25の前方には洗浄液供給ノズル37及び現像液供給ノズル40を把持する把持アーム41が設けられており、把持アーム41は搬送レール42上を自在に移動することができるように構成されている。従って、スピチャック22に吸着保持されたウェハWに対して、洗浄液供給ノズル37及び現像液供給ノズル40は把持アーム41を介して同図の往復矢印で示す方向に沿って自在に移動することができる。

10 【0030】さらに、この現像処理装置20にはスピチャック22に吸着保持されたウェハWの下側に、ウェハWの裏面に対して洗浄水を噴出するための洗浄水噴射ノズル43、43が備えられている。洗浄水噴射ノズル43、43には洗浄水供給管44、44を介して洗浄水源45からの洗浄水を供給できるように構成されている。また、上述した駆動モータ21、洗浄液供給源35、現像液供給源36、洗浄水源45はいずれも制御部46に接続されており、制御部46によって所定の操作が行われるように構成されている。

20 【0031】図4は現像液供給ノズル40の底面図である。図4に示すように、現像液供給ノズル40の底面（ウェハと対向する面）には、複数の現像液吐出孔40aが設けられている。これら現像液吐出孔40aは、塗布時の速度で回転するウェハ上の略中心に現像液を滴下した際に該現像液がウェハ上を流れる流線上に沿って設けられている。このような流線は、図5に示したように、例えば現像液の粘度やウェハWの回転状況によって流線A～Dのように異なったものとなるが、そのような流線の中から条件に合致したものを選択する。

30 【0032】ここで、図6に示すように、現像液供給ノズル40のウェハ中心付近に対応する領域を第1の領域R1、現像液供給ノズル40のウェハ中心と外周のほぼ中間点付近に対応する領域を第2の領域R2、現像液供給ノズル40のウェハ外周付近に対応する領域を第3の領域R3とし、現像液供給ノズル40の中心線Sとし、各領域における複数の現像液吐出孔40aが設けられた方向D1、D2、D3とし、ウェハWの回転方向（図中時計回り方向）をプラス回転方向すると、Sと各D1、D2、D3とのなす角度 $\theta 1$ 、 $\theta 2$ 、 $\theta 3$ は、

$$\theta 1 = -90^\circ \sim -45^\circ$$

$$\theta 2 = -60^\circ \sim +10^\circ$$

$$\theta 3 = -30^\circ \sim +60^\circ$$

となる。より好ましくは、

$$\theta 1 = -60^\circ$$

$$\theta 2 = -10^\circ$$

$$\theta 3 = +30^\circ$$

となる。

【0033】このように本実施の形態によれば、現像液の流線上に沿って現像液吐出孔40aを設けることで、ドライパッチに対して効果的にこれを解消する特殊な水

(5)

7

流を発生させることが可能になる。これにより、ウェハWに対する現像液の供給量を最適化することができるので、ドライパッチの発生を防止しつつ現像液の無駄をなくし、かつ現像液を均一に塗布することができるようになる。

【0034】次に、本発明の第2の実施形態を説明する。図7はこの第2の実施形態に係る現像液供給ノズルの底面図である。この実施の形態では、図7に示すように、現像液供給ノズル40の各現像液吐出孔40aの吐出角度 θa をウェハWの中心からの直径方向の距離に応じて異なるようにしている。

【0035】ここで、現像液供給ノズル40のウェハ中心付近に対応する領域を第1の領域R1、現像液供給ノズル40のウェハ中心と外周のほぼ中間点付近に対応する領域を第2の領域R2、現像液供給ノズル40のウェハ外周付近に対応する領域を第3の領域R3とし、現像液供給ノズル40の中心線Sとし、ウェハWの回転方向（図中時計回り方向）をプラス回転方向すると、各領域における吐出角度 $\theta a1$ 、 $\theta a2$ 、 $\theta a3$ は、

$$\theta a1 = 60^\circ \sim 90^\circ$$

$$\theta a2 = 80^\circ \sim 150^\circ$$

$$\theta a3 = 130^\circ \sim 200^\circ$$

となる。より好ましくは、

$$\theta a1 = 75^\circ$$

$$\theta a2 = 110^\circ$$

$$\theta a3 = 170^\circ$$

となる。

【0036】このように本実施の形態によれば、各現像液吐出孔40aの吐出角度 θa を適応的に変えることで、ウェハWの中心から直径方向の各位置における現像液の実質的な供給量を各位置における限界液膜厚をわずかに超えるように個々的に変えることができる。これにより、ドライパッチの発生を防止しつつ現像液の無駄をなくし、かつ現像液を均一に塗布することができるようになる。

【0037】次に、本発明の第3の実施形態を説明する。図8はこの第3の実施形態に係る現像液供給ノズルの底面図である。この実施の形態では、図8に示すように、現像液供給ノズル40の各現像液吐出孔40aの口径dをウェハWの中心からの直径方向の距離に応じて異なるようにしている。

【0038】ここで、現像液供給ノズル40のウェハ中心付近に対応する領域を第1の領域R1、現像液供給ノズル40のウェハ中心と外周のほぼ中間点付近に対応する領域を第2の領域R2、現像液供給ノズル40のウェハ外周付近に対応する領域を第3の領域R3とすると、ウェハW周辺部は中心部に比べて現像面積が大きいので、各領域における口径d1、d2、d3は、d3を基準とすると、

$$d1 = 1/3 \times d3 \sim 1/4 \times d3$$

8

$$d2 = 1/2 \times d3 \sim 2/3 \times d3$$

となる。より好ましくは、d3を1とすると、

$$d1 = 0.3$$

$$d2 = 0.6$$

となる。

【0039】このように本実施の形態によれば、各現像液吐出孔40aの口径dをウェハWの中心からの直径方向の距離に応じて異なるようにすることで、ウェハWの中心から直径方向の各位置における現像液の実質的な供給量を各位置における限界液膜厚をわずかに超えるように個々的に変えることができる。これにより、ドライパッチの発生を防止しつつ現像液の無駄をなくし、かつ現像液を均一に塗布することができるようになる。

【0040】次に、本発明の第4の実施形態を説明する。図9はこの第4の実施形態に係る現像液供給ノズルの底面図である。この実施の形態では、図9に示すように、現像液供給ノズル40の各現像液吐出孔40a間の距離IをウェハWの中心からの直径方向の距離に応じて異なるようにしている。

【0041】ここで、現像液供給ノズル40のウェハ中心付近に対応する領域を第1の領域R1、現像液供給ノズル40のウェハ中心と外周のほぼ中間点付近に対応する領域を第2の領域R2、現像液供給ノズル40のウェハ外周付近に対応する領域を第3の領域R3とすると、各領域における各現像液吐出孔40a間の距離I1、I2、I3は、ウェハW周辺部が中心部に比べて現像面積が大きいので、I3を基準とすると、

$$I1 = 1/3 \times I3 \sim 1/4 \times I3$$

$$I2 = 1/2 \times I3 \sim 2/3 \times I3$$

となる。より好ましくは、I3を1とすると、

$$I1 = 0.3$$

$$I2 = 0.6$$

となる。

【0042】このように本実施の形態によれば、各現像液吐出孔40a間の距離IをウェハWの中心からの直径方向の距離に応じて異なるようにすることで、ウェハWの中心から直径方向の各位置における現像液の実質的な供給量を各位置における限界液膜厚をわずかに超えるように個々的に変えることができる。これにより、ドライパッチの発生を防止しつつ現像液の無駄をなくし、かつ現像液を均一に塗布することができるようになる。

【0043】次に、本発明の第5の実施形態を説明する。この第5の実施形態では、現像液の吐出速度（ウェハWに対する現像液の吐出圧）及び吐出量を制御している。なお、以下の説明において、これまでの説明と略同一の機能及び構成を有する構成要素については、同一符号を付することによって重複説明を省略する。

【0044】この実施形態に係る現像処理装置50では、図10に示すように、ウェハWに対して現像液を吐出する例えばn個の現像液吐出孔N1～Nnが現像液供給

(6)

9

ノズル55に設けられている。現像液供給ノズル55は、例えば図4に示したものと同様の現像液吐出孔N1～Nnを有する。各現像液吐出孔N1～Nnは現像液供給源36と供給管56を介して接続されており、供給管56の先端はn個に分岐した分岐部57を有している。そして、この分岐部57には各現像液吐出孔N1～Nnに対応するように合計n個のポンプP1～Pnが備えられている。

【0045】さらに分岐部57の手前側には、供給管56内を流れる現像液の温度を検出するための温度センサ60が備えられている。さらに現像液供給源36側の供給管56上には、この現像液の温度を調整するサーモモジュール61が備えられている。そして、合計n個の各ポンプP1～Pn、温度センサ60、サーモモジュール61は、いずれも制御装置46によって制御されている。

【0046】例えば、各現像液吐出孔N1～Nnから吐出された現像液は温度センサ60によって温度が検出されると共に、現像液の検出温度が所定温度からずれた場合にはこの情報が制御部46に対して伝達される。そして制御部46はサーモモジュール61を制御して供給管56内の現像液の温度を所定の温度に管理する。

【0047】また、各ポンプP1～Pnの稼働も制御部46によって制御されているために、各現像液吐出孔N1～NnからウェハW上に吐出される現像液の吐出速度を調整することが可能となる。従って、ウェハWの中心から直径方向の各位置における現像液の実質的な供給量を各位置における限界液膜厚をわずかに超えるように個々的に変えることができるだけでなく、ウェハW上の個々の箇所に対して好適な吐出圧に調整された現像液を供給することができる。よって、ドライパッチの発生を防止するためにウェハWに供給する現像液の吐出圧を一律に高い吐出圧に設定することがなくなるため、吐出された現像液によって、微細なパターンが露光されたウェハW表面を傷付けることがない。

【0048】なお、上記の各ポンプP1～Pnを1ストロークで回転するウェハWのほぼ1周分に互って現像液を供給するように設定すれば、各位置における吐出速度の制御をより簡単化することができる。

【0049】また、上述の実施形態では、現像液供給ノズルの実質的な長さをウェハWのほぼ直径に相当するものであったが、現像液供給ノズルの実質的な長さをウェハWのほぼ半径に相当するものとしてもよい。この場合、ウェハWを1回転することで、ウェハWの全面に互って現像液を供給することが可能となる。

【0050】さらに、上述の実施形態では、基板にはウェハWを用いた例を挙げて説明したが、本発明に係る例に限定されず、LCD基板を使用する例についても適用が可能である。また、現像液に限らず、レジスト液等の他の処理液であっても本発明を適用可能である。

【0051】

10

【発明の効果】以上説明したように、請求項1記載の本発明によれば、基板上に処理液を塗布するためのノズルを、塗布時の速度で回転する基板上の略中心に処理液を滴下した際に該処理液が基板上を流れる流線上に沿って設けられた複数の吐出孔を有するように構成したので、基板に対する処理液の供給量を最適化することができ、ドライパッチの発生を防止しつつ処理液の無駄をなくし、かつ処理液を均一に塗布することができる。

【0052】請求項2記載の発明によれば、各吐出孔の吐出角度を基板の中心からの直径方向の距離に応じて異なるように構成したので、基板の中心から直径方向の各位置における処理液の実質的な供給量を各位置における限界液膜厚をわずかに超えるように個々的に変えることができ、基板に対する処理液の供給量を最適化することができる。

【0053】請求項3記載の発明によれば、各吐出孔の口径を基板の中心からの直径方向の距離に応じて異なるように構成したので、基板の中心から直径方向の各位置における処理液の実質的な供給量を各位置における限界液膜厚をわずかに超えるように個々的に変えることができ、基板に対する処理液の供給量を最適化することができる。

【0054】請求項4記載の発明によれば、各吐出孔間の距離を基板の中心からの直径方向の距離に応じて異なるように構成したので、基板の中心から直径方向の各位置における処理液の実質的な供給量を各位置における限界液膜厚をわずかに超えるように個々的に変えることができ、基板に対する処理液の供給量を最適化することができる。

【0055】請求項5記載の発明によれば、各吐出孔から吐出される処理液の吐出速度を基板の中心からの直径方向の距離に応じて異なるように構成したので、基板の中心から直径方向の各位置における処理液の実質的な供給量を各位置における限界液膜厚をわずかに超えるように個々的に変えることができ、基板に対する処理液の供給量を最適化することができると共に、吐出速度を可変とすることで、各位置における圧力を一定にでき、処理液の均一塗布をより効果的に行うことができる。

【0056】請求項6記載の発明によれば、供給手段が各吐出孔にそれぞれ別個に接続された処理液供給用のポンプを備えるように構成したので、各位置における吐出速度の制御が容易に実現できる。

【0057】請求項7記載の発明によれば、各ポンプを1ストロークで回転する基板のほぼ1周分に渡って処理液を供給するように設定したので、各位置における吐出速度の制御をより簡単に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る塗布現像処理装置の斜視図である。

【図2】図1に示した塗布現像処理装置における現像処

(7)

11

理装置の正面図である。

【図3】図2に示した現像処理装置の平面図である。

【図4】図2～図3に示した現像処理装置における現像液供給ノズルの底面図である。

【図5】本発明に係る処理液の流線の例を示す図である。

【図6】図4に示した現像液供給ノズルにおける現像液吐出孔を詳細に示す底面図である。

【図7】第2の実施形態に係る現像液供給ノズルにおける現像液吐出孔を詳細に示す底面図である。

【図8】第3の実施形態に係る現像液供給ノズルにおける現像液吐出孔を詳細に示す底面図である。

【図9】第4の実施形態に係る現像液供給ノズルにお

12

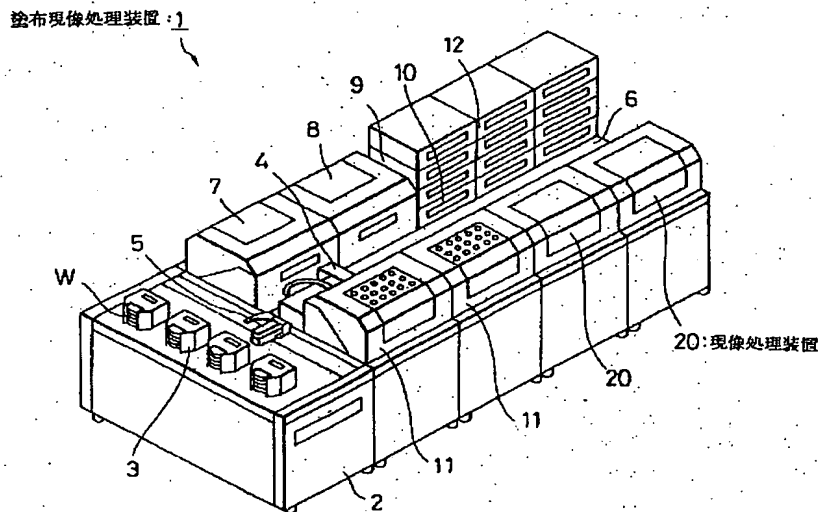
る現像液吐出孔を詳細に示す底面図である。

【図10】第5の実施形態に係る塗布現像処理装置における現像処理装置の正面図である。

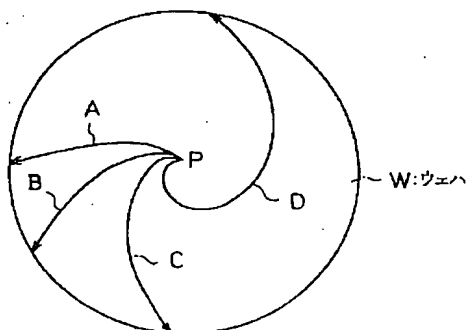
【符号の説明】

- | | |
|-------|----------|
| 1 | 塗布現像処理装置 |
| 20 | 現像処理装置 |
| 21 | 駆動モータ |
| 22 | スピンチャック |
| 36 | 現像液供給源 |
| 40 | 現像液供給ノズル |
| 40a | 現像液吐出孔 |
| W | ウェハ |
| P1～Pn | ポンプ |

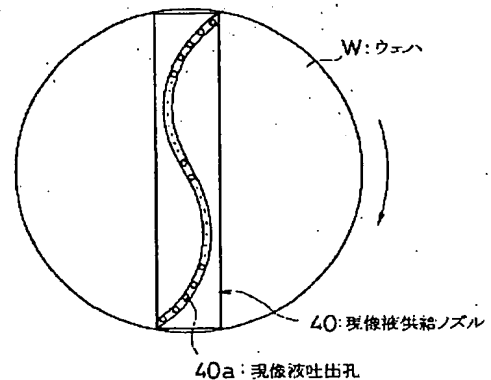
【図1】



【図4】

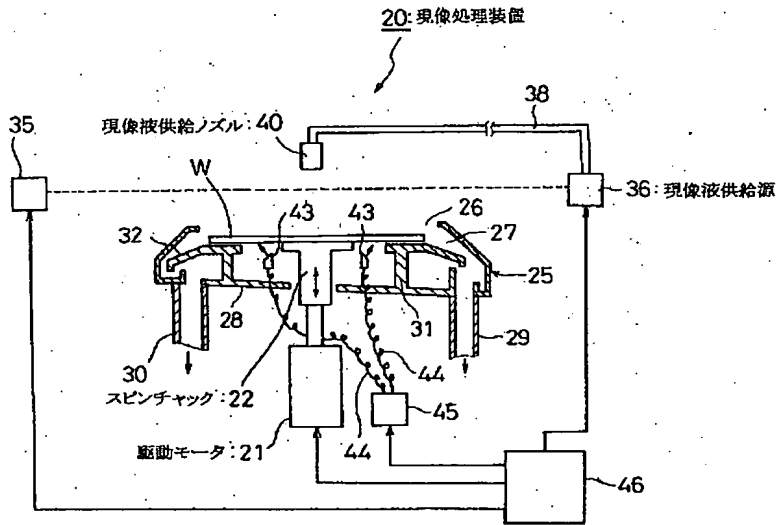


【図5】

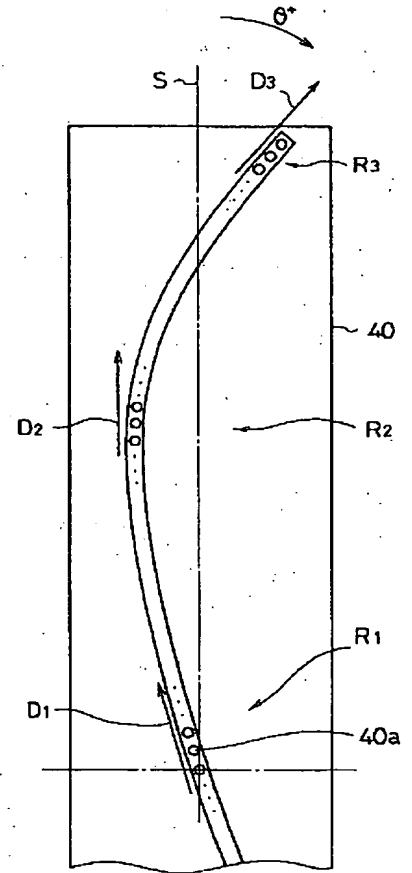


(8)

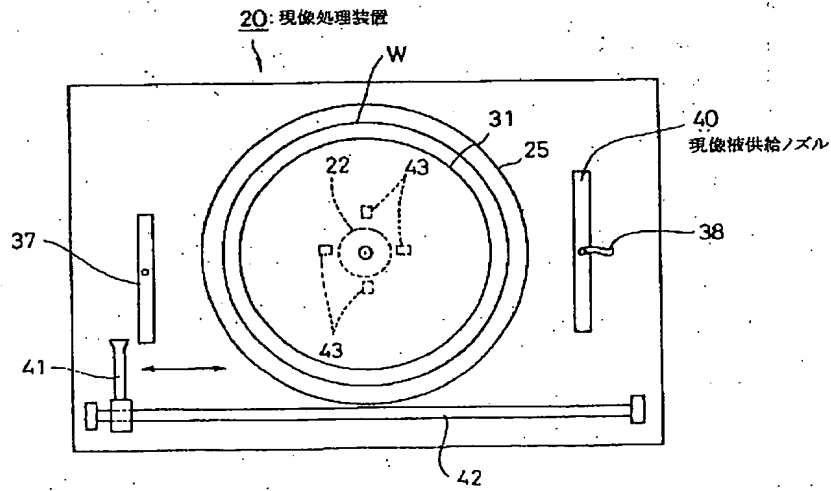
【図2】



【図6】

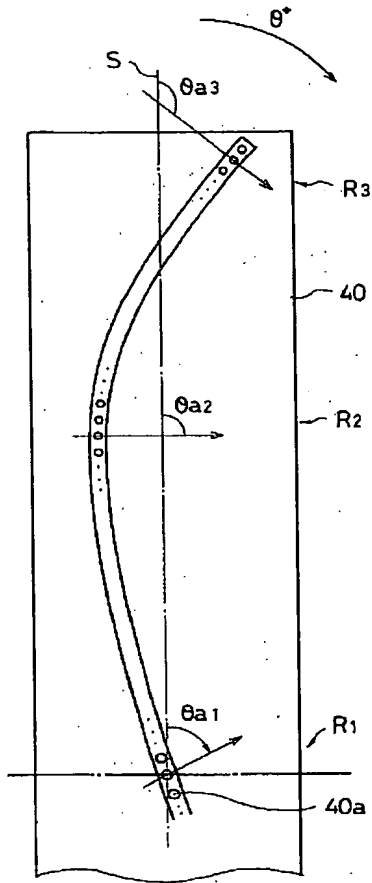


【図3】

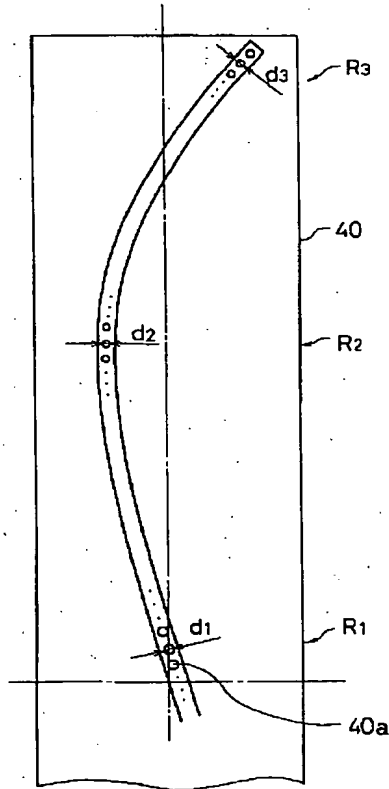


(9)

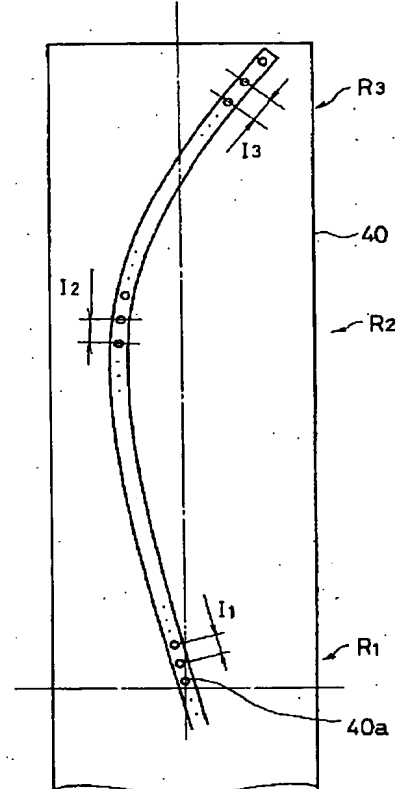
【図7】



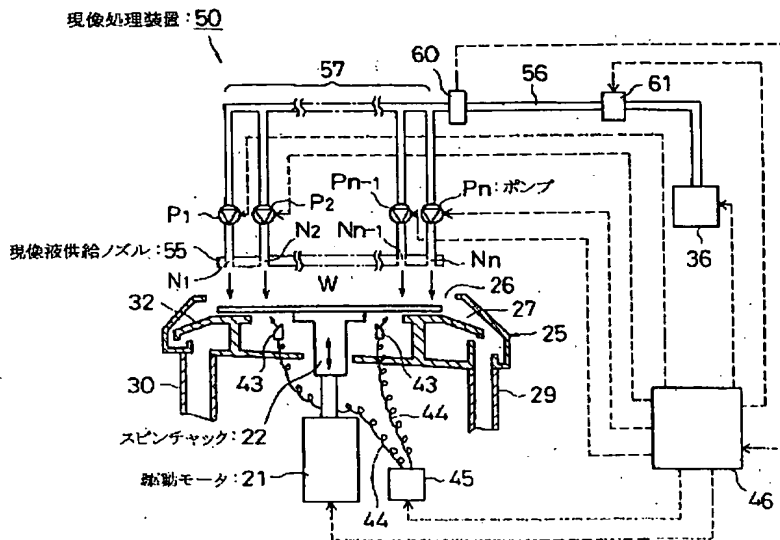
【図8】



【図9】



【図10】



BEST AVAILABLE COPY